

# Una mirada al interior del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México

An Inside Look at the National Autonomous University  
of Mexico's Institute of Biotechnology

*Ariana Hayde Vergara López\**  
y *Vicente Eduardo Remedi Allione(†)\*\**

## RESUMEN

El Instituto de Biotecnología (IBT) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) posee características que definen favorablemente una cultura institucional, la cual permite la presencia de investigadores prestigiados y la gestación y consolidación de grupos científicos de referencia en el campo de la biotecnología. Es por ello que pretendemos dar a conocer algunos rasgos de esta comunidad científica y de su trabajo, que a pesar de las condiciones y limitaciones socioeconómicas y políticas del país, ha logrado destacar en el plano internacional de la ciencia y de alguna forma debe darse a conocer.

**PALABRAS CLAVE:** Comunidades científicas, grupos de investigación, consorcios de investigación, laboratorios, UNAM.

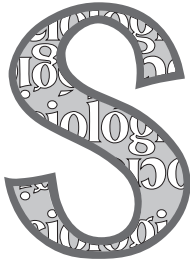
## ABSTRACT

The UNAM Institute of Biotechnology offers an institutional culture that allows for the presence of prestigious researchers and the creation and consolidation of referential groups of scientists in the field of biotechnology. This is why the article attempts to disseminate some of the traits of this scientific community and its work; despite the country's socioeconomic and political limitations and conditions, it has managed to distinguish itself in the international scientific community and its work should somehow be disseminated.

**KEY WORDS:** scientific communities, research groups, research consortia, laboratories, UNAM.

\* Departamento de Investigaciones Educativas (DIE), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional. Correo electrónico: <arianhayde@yahoo.com.mx>.

\*\* El Dr. Eduardo Remedi Allione falleció el 6 de febrero de 2016 en la ciudad de México, después de una incansable lucha contra el cáncer. Ahora descansa en paz, pero su legado intelectual no sólo quedará plasmado en sus diversas aportaciones sino en cada uno de sus discípulos; seguirá presente y honraremos sus enseñanzas de múltiples formas.



## INTRODUCCIÓN

El propósito de este artículo es mirar al interior del Instituto de Biotecnología de la UNAM (IBT) para comprobar la existencia de una comunidad científica que destaca en el plano internacional, a pesar de las condiciones y limitaciones socioeconómicas y políticas del país. Es imprescindible dar a conocer cómo son los grupos de investigación, en qué condiciones trabajan, la forma en la que hacen ciencia y la razón de su significativo impacto en el campo de la biotecnología.

En diversos estudios se ha demostrado que “los contextos socioculturales ubicados en la periferia operan como una restricción fundamental en la consolidación de equipos de investigación exitosos en términos de la evaluación de sus pares en la ‘comunidad científica internacional’” (Kreimer, 2010: 44). Sin embargo, no toda la ciencia de los países periféricos es marginal al acervo del conocimiento. El trabajo científico en ellos tiene sus propias reglas, que no son síntomas de atraso sino parte de su propia cultura y de las interacciones con la ciencia internacional. De tal manera, no hay impedimento para que sus grupos científicos alcancen un nivel de consolidación y produzcan ciencia de calidad (Cueto, 1989).

Existe evidencia de la constitución de agrupaciones científicas latinoamericanas que son reconocidas y legitimadas por la comunidad internacional de la ciencia, debido a la calidad de su trabajo y a sus contribuciones a la sociedad (Didou y Remedi, 2008; Schwartzman, 2008).

Si partimos de la hipótesis de que el contexto cultural e institucional en el que se produce conocimiento es el que condiciona qué y cómo investigar (Kreimer, 2004), resulta importante indagar la forma en la que surge una comunidad científica y cuáles factores institucionales y culturales favorecen la presencia de investigadores con prestigio y la consolidación de grupos de investigación. Ello implica conocer las relaciones entre lo micro y lo macroinstitucional, para poder entender el tipo de dinámicas y relaciones que los sujetos establecen –consciente o inconscientemente– dentro y fuera de la institución (Remedi, 2000).

Por lo tanto, en la primera parte de este artículo nos aproximamos de manera breve al estudio de las comunidades científicas. En la segunda, se recuperan algunos antecedentes históricos del Instituto, para brindar un marco de referencia y conocer cómo se originó y se delinearón sus áreas de investigación, que han contribuido al desarrollo de ciencia de frontera y a la obtención del reconocimiento en el campo de la biotecnología. En la tercera parte se plantean algunas características institucionales que derivan en una particular cultura y modo de producir conocimiento, lo cual le ha otorgado cierta particularidad al Instituto.

## **UN ACERCAMIENTO A LOS ESTUDIOS DE COMUNIDADES CIENTÍFICAS**

Los estudios sobre la actividad científica desde la perspectiva social no son una novedad. Ya a principios del siglo xx se empezó a reflexionar desde la filosofía acerca de algunos problemas epistemológicos de la ciencia y, posteriormente, en torno a la construcción del conocimiento. Con el paso del tiempo y la aparición de diversas disciplinas con enfoques teóricos que tomaron como objeto de estudio a la ciencia, se planteó la necesidad de conocer no sólo las condiciones sociales (externas) en que se produce el conocimiento –como lo haría Merton–, sino

también la llamada “caja negra” de la actividad científica –como lo harían Latour y Woolgar.

Por un lado, los trabajos de Thomas Kuhn muestran la viabilidad de relacionar la historia del contenido de la ciencia y la de los científicos con la idea del predominio de los factores extra-científicos –ligados a lo social– en la determinación del curso de la práctica científica. Por otro lado, los estudios de Latour y Woolgar revelan que la construcción social de la ciencia incluye factores, dimensiones y niveles de acción bastante heterogéneos; es decir, un hecho científico no refiere sólo a un trabajo intelectual y discursivo, sino a un conjunto de prácticas, técnicas y objetos que son materializaciones del mismo (Arellano, 2003).

Actualmente es ineludible realizar otro tipo de estudios para conocer la naturaleza de la producción del conocimiento, los consensos entre actores y las dinámicas del grupo o comunidad científica (Kreimer, 1995). Por eso los sociólogos de la ciencia se interesan en reconstruir las condiciones sociales, los diversos contextos y los dispositivos a través de los cuales se lleva a cabo este quehacer. Desde tal perspectiva los hechos científicos son construidos en un proceso social dentro de un espacio privilegiado: el laboratorio.

Algunos estudios en laboratorios han dado cuenta de los distintos tipos de organización y división del trabajo, así como de las estrategias y negociaciones –entre científicos y no científicos– que se llevan a cabo en el proceso de producción del conocimiento (Thill, 1973; Vinck, 1992; Latour y Woolgar, 1995; Knorr Cetina, 2005; Shinn, 2007). En este sentido, cabe decir que dichos estudios abrieron un nuevo campo de investigación, dando un salto de los métodos científicos al estudio de la actividad cultural de la ciencia. Al pretender abrir “esa caja negra”, se proponen vincular los aspectos cognitivos con los sociales, que contextualizan, condicionan y/o determinan la producción de conocimiento (Knorr Cetina, 1996). Con el fin de aproximarnos al modo de ser y de operar de las comunidades científicas:

[...] es necesario penetrar más allá de los muros de los laboratorios para establecer cómo operan y se articulan algunas dimensiones sociológi-

cas como: los condicionamientos cognitivos que están asociados al logro de la trayectoria intelectual (las formas de razonamiento, las prácticas de trabajo, la evaluación y los criterios de publicación) y los condicionamientos socioestratégicos que están asociados al mantenimiento o el crecimiento de la reputación profesional, las estrategias, las limitaciones, las redes, etcétera (Kreimer, 2010: 48).

La existencia de factores éticos, personales y sociales permite considerar a la ciencia como una cultura, ya que consta de actividades, valores, reglas morales o de conducta que comparten los científicos (Campos, 1991). Cada cultura está configurada por una “telaraña de significados” que enmarca y da sentido a las acciones de los sujetos (Geertz, 1992). Cada uno de ellos reinterpreta, reproduce y transforma “su propio sistema simbólico de significados donde adquieren sentido sus valores, supuestos, creencias y saberes” (Sañudo, 2008: 24). En este sentido, cada comunidad científica es lo que es en función de la cultura que comparten los sujetos; es decir, se define y se caracteriza por un sistema simbólico de significados propio que valora y legitima condiciones de interrelación y procesos de producción de conocimiento. Por tal motivo, para conocer una comunidad científica es importante estar al tanto de su cultura institucional y epistémica.

Cada caso es diferente y, a través del laboratorio (espacio físico de trabajo), es posible conocer los procesos de producción y difusión de conocimiento donde se establecen relaciones e interacciones entre los sujetos, así como redes de colaboración con otros grupos e instituciones. Por lo tanto, nos podemos aproximar a las comunidades científicas a través de entidades colectivas de investigación intermediarias: el grupo, el laboratorio y la red (Zarama y Vinck, 2005). Es posible hacerlo centrando la mirada en los sujetos como punto de partida para dar cuenta de lo que sucede en una institución o en un grupo científico.<sup>1</sup> De

<sup>1</sup> “Observar un grupo en un laboratorio es reconocer la existencia de varias trayectorias entretrejidas donde pueden advertirse legitimaciones y posiciones de poder simbólico e imaginario. El laboratorio puede entenderse como una construcción colectiva de una práctica local que hace posible cumplir con las exigencias de la institución” (Remedi *et al.*, 2010: 18).

ahí la importancia de diversos estudios sobre formación de investigadores y trayectorias académicas (Fortes y Lomnitz, 1991; Landesmann, 2001; Fernández Esquinas, 2002; Remedi, 2005; Guzik, 2009).

En nuestro caso, el líder académico fue una pieza clave para comprender la organización y división del trabajo en los grupos de investigación como reflejo de una cultura institucional: las características del entorno, aspectos aprendidos en la vida organizacional (hábitos y modos de conducta), roles que se instalan para mantener cohesionados a los grupos sociales, redes de comunicación y sistemas de valores, mitos y creencias compartidos y transmitidos en los grupos de trabajo (Schvarstein y Etkin, 1992). A su vez, los laboratorios –como espacios de aprendizaje y legitimación de los sujetos– nos permitieron significar sus prácticas y conocer de manera vivencial las interacciones y los procesos de producción de conocimiento que se desarrollan como parte de la cultura epistémica de una comunidad científica. Dicha cultura se conforma por un conjunto de significados, valores, expectativas y comportamientos que generan patrones y dinámicas, las cuales comparten los miembros de un grupo. Por eso se dice que la cultura epistémica crea, garantiza y legitima las condiciones de interrelación y los procesos de producción del conocimiento dentro de un marco espacial y temporal determinado (Knorr Cetina, 2003).

## **METODOLOGÍA**

Los resultados que se presentan se derivan de un estudio de caso<sup>2</sup> de corte cualitativo, en el marco de la investigación educativa que se apoya de diversos recursos teóricos del análisis de las instituciones, así como de las perspectivas disciplinares de la sociología y la antropología.

<sup>2</sup> El objetivo de dicho estudio consistió en conocer ¿cómo se configura y cuáles son los elementos de la cultura institucional y epistémica del Instituto?, y ¿cómo esto, en intersección con la trayectoria científica de algunos investigadores, contribuye a la conformación y consolidación de la comunidad científica del Ibt?

Para la selección de los científicos que conformaron el estudio de caso, se realizó la búsqueda de semblanzas curriculares de los líderes de los grupos de investigación que conforman los cinco departamentos del IBT –cuarenta líderes– a través de diversas fuentes de información.<sup>3</sup> A partir de ello, se eligieron doce líderes académicos de cuatro departamentos de investigación que son representativos del Instituto y que, bajo ciertos parámetros socialmente construidos, son considerados “consolidados y con prestigio”, correspondientes al perfil del Programa de Mejoramiento del Profesorado (Promep) y al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Los criterios de selección fueron los siguientes: a) tener una trayectoria escolar continua y haber estudiado en programas de posgrado de excelencia académica; b) tener una profesionalización en algún área de conocimiento, que implica continuidad en una línea de investigación, o bien, desarrollar una línea de investigación creativa e innovadora que tenga un impacto en el desarrollo de la biotecnología en México y a escala internacional; c) ser miembro SNI nivel III o de excelencia; d) haber obtenido premios y reconocimientos a nivel nacional e internacional; y e) contar con una alta producción científica.

Cabe mencionar que entre los doce investigadores seleccionados para este estudio de caso seis han recibido el Premio Nacional de Ciencias: en el área de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales: Francisco Bolívar (1992), Lourival Possani (1995), Alberto Darszon (2009) y Carlos Federico Arias Ortíz (2014); en el área de Tecnología y Diseño Industrial: Agustín López Munguía (2003) y Alejandro Alagón (2005).

En un primer momento, la metodología contempló el análisis documental (fuentes bibliográficas y hemerográficas): a) una revisión de la literatura sobre diversos aspectos en torno al tema de estudio; y b) una búsqueda de información acerca del

<sup>3</sup> Entre las fuentes de información donde se realizó la búsqueda de elementos del *curriculum vitae* (cv) de los investigadores del IBT, se encuentran: <<http://www.siicyt.gob.mx>>, <<http://www.biomedexperts.com/>>, <<http://www.scopus.com/>> y <<http://www.acmor.org.mx>>.

IBT de la UNAM (incluyendo aspectos históricos). En un segundo momento, se puso énfasis en la reconstrucción de trayectorias académicas de algunos científicos por medio del *curriculum vitae* (cv),<sup>4</sup> y en un tercer momento se llevó a cabo el trabajo de campo que consistió en la realización de entrevistas a profundidad (semiestructuradas) a los líderes académicos<sup>5</sup> seleccionados, y entrevistas no estructuradas a distintos miembros de los grupos de investigación;<sup>6</sup> por otro lado, se llevaron a cabo observaciones en los laboratorios<sup>7</sup> y seminarios del IBT (en un diario de campo).

Por medio de las entrevistas se obtuvo información sobre los diversos procesos contenidos en las trayectorias individuales y del grupo científico de inscripción de los sujetos. Se obtuvieron relatos de experiencias o “prácticas en situación” para captar la lógica de la acción en su desarrollo biográfico y la

- <sup>4</sup> Se buscó y analizó el cv de los doce casos seleccionados con el propósito de reconstruir algunos momentos importantes de sus trayectorias, que han influido en la consolidación de sus carreras como científicos: a) reconocer el tránsito que hace el sujeto en su carrera profesional, jugando distintas posiciones en el grupo dentro del campo científico; b) identificar las relaciones de filiación entre tutor y estudiante, que configuran su identidad; y c) conocer “las inversiones de capital” que los científicos hacen para formar parte de un grupo, entre otros aspectos.
- <sup>5</sup> Los ejes de análisis de la entrevista, en términos generales, giraron en torno a: 1) posiciones que juega el científico a lo largo de sus trayectorias académica y profesional para llegar a formar parte de un colectivo de investigación científica; 2) la configuración sociocognitiva del campo de la biotecnología en el IBT; 3) las lógicas y dinámicas de producción y difusión del conocimiento; y 4) las condiciones bajo las que trabaja el científico (en sus etapas formativa y profesional).
- <sup>6</sup> La información recabada a través de las entrevistas a distintos miembros de los grupos nos permitieron conocer: 1) la forma de ingreso al laboratorio (trayectoria previa y proceso para incorporarse al laboratorio); 2) la posición que ocupan en el laboratorio: actividades y responsabilidades (asignación de roles y espacio físico); 3) los temas o proyectos que desarrollan; 4) el tipo de estructura organizacional del laboratorio; 5) los espacios de formación y formas de aprendizaje; 6) las formas de colaboración en el laboratorio (al interior y al exterior); 7) la vinculación con el sector productivo (empresas); 8) el proceso de elaboración de *papers* u otro tipo de producciones científicas (participantes, créditos de autoría y coautoría); 9) la opinión sobre: el papel del líder académico, el quehacer del científico y la pertenencia al IBT; y 10) las fortalezas y debilidades del grupo de investigación y del Instituto.
- <sup>7</sup> Las observaciones se realizaron en 2013, en tres laboratorios de tres departamentos representativos del IBT (Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis, Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos, y Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular).



configuración de las relaciones sociales en su desarrollo histórico (Bertaux, 2005), así como para dar cuenta de los espacios de trabajo y dinámicas en el proceso de producción de conocimiento. Las observaciones, por otra parte, se centraron en torno de las lógicas, estilos y estrategias de producción en distintos laboratorios que conforman la comunidad científica, con el fin de identificar formas de organización y modos de producción de conocimiento.

Con el análisis de la información recabada en las entrevistas y las observaciones fue posible alcanzar los objetivos planteados en el estudio de caso, abriendo nuevas rutas de indagación para futuros trabajos. Por ello, es de nuestro interés compartir algunos resultados como una experiencia importante en el estudio de las comunidades y grupos científicos exitosos de México y América Latina.

## **ALGUNOS RESULTADOS...**

### *HACIA LA CONFORMACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE UNA COMUNIDAD CIENTÍFICA*

Las instituciones son producto de una historia, implican una *historicidad* (Berger y Luckmann, 1999). Comprender el proceso histórico del *ibt*<sup>8</sup> sin dejar a un lado algunos aspectos sobre la configuración del campo de la biotecnología es trascendental, debido a que la disciplina establece las pautas de interacción (los procesos de socialización), los ritmos, así como las formas de organización y estilos de producción de conocimiento.

<sup>8</sup> El *ibt* sólo cuenta con algunos artículos y documentos inéditos (conmemorativos) escritos por algunos investigadores del grupo fundador. La información presentada al respecto deriva de esos documentos y entrevistas que construyen una memoria institucional a través de la voz de dicho grupo; en ella se hace énfasis en el mito fundacional que ha pasado por generaciones: una historia de éxito. Esta memoria institucional concede coherencia y sentido de continuidad a la comunidad de sujetos que actúan en ella, ya que interviene en la identificación e integridad de la comunidad y da sostén a la identidad de los sujetos (Remedi, 2005).

Entre las principales instituciones que fueron pioneras y luego lideraron el desarrollo de la biotecnología moderna en México se encuentra la UNAM (Quintero, 2007). Esta situación se refleja en la producción científica, expresada en la calidad y el número de artículos publicados en revistas arbitradas, así como en los premios y reconocimientos significativos que reciben sus investigadores a escalas nacional e internacional (UNAM, 2007).

En México, la institución pionera en el campo de la biotecnología fue el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) de la UNAM. Desde un principio, el Consejo Interno de Biomédicas, como una iniciativa del rector Guillermo Soberón, encontró pertinente la creación de un nuevo centro donde ya existía el Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno (CIFN). En la propuesta, que se inició dentro del IIB, se incluyó la importancia y oportunidad para la universidad y el país de desarrollar la ingeniería genética y la biotecnología; en ella participaron activamente y formaron los primeros grupos de investigación Francisco Bolívar Zapata, Rodolfo Quintero y Xavier Soberón.

Entre 1979 y 1981, se reunió un primer grupo<sup>9</sup> de nueve investigadores —cuatro titulares y cinco asociados— y se fundó el Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB), como parte del esfuerzo de descentralización de la UNAM.<sup>10</sup> Años más tarde, éste se convertiría en el actual Instituto de Biotecnología (IBT). El importante papel del CIIGB le permitió tener mayor libertad para generar su propio modelo de gestión<sup>11</sup> y alejarse de los núcleos fundacionales y poderes de origen de la vieja estructura de la UNAM (Didou y Remedi, 2008).

<sup>9</sup> En el área de la Bioingeniería se encontraba el doctor Rodolfo Quintero; en el área de Biología Molecular estaban los doctores Francisco Bolívar y Fernando Bastarrachea; en el área de Síntesis Química de Material Genético, el doctor Xavier Soberón; y en el área de Neuropeptidos, la doctora Patricia Joseph y el doctor Jean Louis (Bolívar, 2008).

<sup>10</sup> Este esfuerzo consistió en ubicar a la UNAM fuera de la Ciudad de México, en el polo de desarrollo de Cuernavaca, Morelos, en terrenos cedidos en comodato por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

<sup>11</sup> Los modelos de gestión de las instituciones de investigación en ciencia y tecnología se caracterizan como: a) “*Push*”, al incentivar la utilización del conocimiento y

El periodo fundacional del CIIGB (1982-1989) constituye un momento de gran significación e importancia para sus miembros, y señala el inicio de la historia institucional (Fernández, 1998). Se construyó el modelo educativo, se configuró el espacio institucional (las condiciones institucionales) y se definieron las responsabilidades de los sujetos, así como las reglas de participación en decisiones, estrategias y técnicas de trabajo.

Francisco Bolívar<sup>12</sup> planteó al doctor Guillermo Soberón construir el área de Ingeniería Genética y Biotecnología. El proyecto fue aprobado por el doctor Jaime Martuscelli, miembro del Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) y el rector Octavio Rivero Serrano; finalmente, el 26 de abril de 1982, el CIIGB abrió sus puertas como una subdependencia de la Coordinación de la Investigación Científica.

El CIIGB estaría conformado, principalmente, por investigadores inscritos en los departamentos de Biología Molecular y de Biología del Desarrollo y Biotecnología del IIB, y tendría como objetivos: a) efectuar investigación básica y aplicada en las diferentes áreas de su competencia; b) utilizar el conocimiento generado para desarrollar tecnología biológica que permitiera resolver problemas en diferentes sectores; c) participar en la formación de recursos humanos; d) contribuir en el desarrollo

---

la tecnología por la misma fuerza de su creación y promoción; b) “Pull”, por la creación de conocimiento e innovación a partir de la demanda del mercado; y c) “Evolutivo”, cuando su funcionamiento se da principalmente por redes de interacción entre la oferta (*push*) y la demanda (*pull*), donde la conjunción de esfuerzo optimiza los recursos y crea conocimiento en sectores donde es necesario, dejando a un lado el criterio unilateral de ambas partes (Manseau, 1995, citado en Trujillo, 2002: 59). En este sentido, el modelo de gestión del CIIGB en su “etapa fundacional” se inclinó por la oferta; cuando se convirtió en IBT tendió hacia la demanda, y actualmente ha logrado mantener un equilibrio entre ambos extremos, teniendo así una postura “evolutiva”.

<sup>12</sup> Es pionero en el campo de la biotecnología y tuvo una participación muy importante en la creación del CIIGB. Este científico formó parte de un grupo de investigadores en San Francisco, quienes por primera vez a nivel mundial lograron en 1977 la producción de proteínas humanas en bacterias, a través de técnicas de ingeniería genética. Además, es también pionero en ingeniería de vías metabólicas en microorganismos, con el propósito de la modificación genética y de la fisiología bacteriana para el diseño y la optimización de microorganismos productores de metabolitos y proteínas de interés social y comercial (Viniegra, 2009).

de trabajos e investigaciones con otras dependencias de la UNAM, instituciones del país y del extranjero; y e) proporcionar asesoría en las áreas de su competencia (CIIGB, 1984).

Inicialmente, el trabajo académico se organizó en grandes líneas de investigación, las cuales contemplaban el trabajo en diferentes organismos modelo. Ello daba la impresión de que se trabajaba en aspectos y líneas de investigación dispersas y poco relacionadas (cerebro de animales, plantas, animales y bacterias). Sin embargo, todos los grupos tenían un denominador común: los ácidos nucleicos y, en particular, el ácido desoxirribonucleico (ADN) y las proteínas (Bolívar, 2008).

De 1988 a 1990, con la construcción del segundo edificio, se integraron varios investigadores del Centro de Investigación sobre el Nitrógeno (CIFN) y se abrieron nuevas líneas de investigación en el área de Biología Molecular de Plantas, como estrategia para fortalecer y consolidar el desarrollo de la biotecnología dentro y fuera del IBT. El 14 de septiembre de 1991, el CIIGB se transformó en el actual Instituto de Biotecnología (IBT) y la Junta de Gobierno nombró como primer director al doctor Francisco Bolívar (Bolívar, 2007). El centro, que fue creado con objetivos muy particulares, se transformó en una dependencia universitaria encargada de “desarrollar integral e intradisciplinariamente la biotecnología moderna en la UNAM, sustentada en investigación de excelencia académica y de frontera en colaboración con el sector industrial” (IBT, 1993: 10). Esto permitió vislumbrar nuevos horizontes y opciones para la formación de recursos humanos, la generación de ciencia básica y aplicada, y el mejoramiento de estrategias para lidiar con problemas trascendentales de México a través del desarrollo de tecnología biológica competitiva internacionalmente.

El Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB) y el Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno (CIFN), ahora Centro de Ciencias Genómicas (CCG), influyeron en la definición de líneas y en la conformación de grupos de investigación del IBT. Cabe señalar que el primero fue cuna de desarrollo de la biología experimental en la UNAM, lo cual ha tenido un impacto en el tipo de biotecnología que se desarrolla en el IBT.

De 1990 a 1997, el Instituto entró en la etapa de “puesta en marcha”, periodo en el que se concreta y se replantea el modelo fundacional (Fernández, 1998). En ese momento, algunas disciplinas que se cultivaban en el CIIGB ya habían alcanzado un nivel de desarrollo adecuado (biología molecular, bioquímica, biología celular e ingeniería bioquímica) y se buscó desarrollar otras, como microbiología, inmunología y biología estructural. Con el paso del tiempo, los grandes avances en las áreas de investigación volvieron obsoletos algunos proyectos y fue necesario hacer reestructuraciones para que las investigaciones tuvieran un mayor impacto; esto condujo a otra forma de organización de los grupos, la cual impulsó la colaboración entre ellos y la optimización de espacios en los laboratorios ante la etapa de crecimiento desmedido (entre 1991 y 2000).

En 1994 se dio la primera reestructuración del IBT, propuesta asentada en la innovación académica, que contempla el desarrollo y alcance de los diferentes proyectos (Didou y Remedi, 2008). Se instauraron tres departamentos para fortalecer las primeras líneas de investigación y atender nuevas áreas de conocimiento, como la microbiología molecular y la fisiología molecular. Se impulsó la relación con el sector empresarial y se empezó a generar conocimiento sobre microorganismos de interés industrial. En ese momento se fortalecieron las colaboraciones entre grupos de diferentes departamentos, debido a que éstos tenían líneas de investigación en común.

En marzo de 1997, el doctor Francisco Bolívar concluyó su periodo como director del IBT (1982-1997) e inició el del doctor Xavier Soberón Mainero. En 1998 se planteó una segunda reestructuración de los departamentos para optimizar los espacios y las colaboraciones entre los grupos, pero fue hasta 2002 que ésta se realizó, dando apertura a otras áreas de conocimiento como la ingeniería celular y la medicina molecular. Las áreas de investigación plenamente consolidadas se reorganizaron en cinco departamentos: 1) Ingeniería Celular y Biocatálisis; 2) Medicina Molecular y Bioprocesos; 3) Biología

Molecular de Plantas; 4) Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular; y 5) Microbiología Molecular. Dicha organización se mantiene vigente.

Ante la consolidación de las disciplinas y las metodologías de la bioquímica y la biología molecular, que utilizaban todos los departamentos, se optó por el desarrollo de áreas más específicas, mejor definidas, y de frontera académica (Didou y Remedi, 2008). A partir de 2002 se observa una forma de organización más concreta: cada departamento tiene sus propios programas y proyectos; la forma de colaboración cambia y predomina la que se da entre los grupos que son parte de un mismo departamento.

El doctor Xavier Soberón terminó su periodo como director el 20 de marzo de 2005. Continuó el doctor Carlos Arias Ortiz, quien terminó su gestión hasta 2013. Para 2007, el Instituto ya era reconocido como líder en su área, tanto en el plano nacional como en el internacional, por la calidad de sus contribuciones en diversas disciplinas que conforman la biotecnología moderna. En 2008 se decidió llevar a cabo una reestructuración académica que abrió la posibilidad de ordenar a la comunidad científica en consorcios de investigación y planteó una nueva forma de organizar y producir conocimiento. Esto sin desaparecer a los grupos de investigación como unidad básica de organización, ya que se reconoce que esta estructura ha permitido desarrollar líneas de investigación de excelencia y competitivas a escala internacional.

La configuración de los consorcios de investigación surgió a partir del 2008 y estableció una reestructuración académica con los siguientes objetivos:

- 1) Dar oportunidad para el desarrollo de nuevas líneas de investigación pertinentes y de frontera; 2) propiciar de manera más intensa y equitativa la colaboración entre investigadores; 3) contender parcialmente con el problema de falta de espacios, aprovechando que hay jefes de grupo dispuestos a una reducción del espacio que tienen asignado, en aras de una mayor colaboración y crecimiento académico de los investigadores titulares asociados a los grupos; 4) Alcanzar en el mediano y largo plazos una estructura académica más horizontal (IBT, 2009b).

En 2011 se consolidaron los esfuerzos en el área de Bioinformática (creada en 2007) y se hicieron contribuciones en el área de Bionanotecnología. Asimismo, para desarrollar biotecnología moderna en el país se impulsaron varias líneas de investigación en ingeniería genética y genómica –transcriptómica, proteómica, entre otras–, que son parte esencial y representan una frontera de las ciencias biológicas actuales, en las que no puede dejar de involucrarse el Instituto (IBT, 2011).

Las líneas de investigación han sido definidas por las configuraciones políticas, sociales y económicas del país; por los posicionamientos de los sujetos, los referentes internacionales del campo disciplinario y el grado de desarrollo de algunas áreas de conocimiento. Intervienen también los intereses personales de los científicos y las condiciones institucionales, lo cual ha generado el desplazamiento de algunos de ellos por diversos grupos de investigación y la apertura de otros espacios de trabajo.

Finalmente, cabe destacar que en el proceso de creación y consolidación del IBT fue imprescindible la participación de científicos reconocidos en el campo de la biotecnología, quienes han desempeñado un papel relevante en el ámbito educativo y político; su participación contribuyó a negociar condiciones favorables para la creación y arranque del IBT. Tal es el caso del doctor Guillermo Soberón, que participó en la creación del CIIGB y pasó de ser rector de la UNAM a coordinador de los Servicios de Salud de la Presidencia. El doctor Francisco Bolívar –director y fundador del CIIGB– se desempeñó como vicepresidente y presidente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y coordinador de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Presidencia de la República en 2013:

Al asumir funciones directivas en la institución que pretendían consolidar, ponían su prestigio personal como garante de la seriedad del proyecto: con su doble legitimidad científica y política, ganaron un amplio margen de libertad en sus decisiones académicas y administrativas, que los facultó para organizar la vida académica de acuerdo con principios de colegialidad, respeto a la autonomía de los investigadores y vinculación con el entorno (Didou y Remedi, 2008: 29).

Por ello son trascendentales las trayectorias de los sujetos y sus redes al exterior de las comunidades científicas en la construcción de este campo disciplinario y en la consolidación de los grupos de investigación y de la propia institución.

*ORGANIZACIÓN, CONDICIONES DE INTERRELACIÓN Y FORMAS DE PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO DEL IBT*

El IBT se encuentra organizado en departamentos de investigación, con un jefe a cargo; a su vez, se constituyen por varios grupos de investigación que son coordinados por un líder académico. Los departamentos indican una división del trabajo por especialidad o disciplina.<sup>13</sup> Una organización departamental permite la colegialidad, genera una cultura que enfatiza la libertad académica y la autonomía con el personal, al tiempo que la toma de decisiones se da de manera consensual y a menudo es ejercida mediante comités y con énfasis en evaluaciones por pares.

El trabajo de los departamentos se organiza en líneas, programas y proyectos que son desarrollados por los grupos de investigación, denominados “células académicas”; cada uno es dirigido y articulado por un líder académico, el cual funge como guía en la línea de investigación y es responsable de las orientaciones conceptuales-metodológicas de los proyectos involucrados, supervisa el trabajo colectivo del laboratorio y gestiona financiamientos. El líder ejerce como tutor de trabajos de investigación (de grado y posgrado) y como representante institucional a escalas nacional e internacional.

Los líderes académicos no sólo guían la línea de investigación y realizan la coordinación de actividades dentro del laboratorio; además se comprometen a velar por el desarrollo y la consolidación de su grupo de investigación (Hamui, 2010).

<sup>13</sup> La autoridad colegiada se refiere al control ejercido por medio de un cuerpo de pares; es un tipo de gobierno que corresponde a la denominada “comunidad académica” y su fuerza justifica la elección del jefe desde abajo, en vez de la designación desde arriba por un oficial superior (Clark, 1991).



Los liderazgos de investigación surgen de trayectorias individuales y de las relaciones establecidas en el medio científico, y se sostienen por los vínculos grupales gracias al funcionamiento de espacios colectivos y de una estructura de organización del laboratorio que faculta al líder de grupo para dirigir un equipo de trabajo.

A veces la noción de laboratorio es equivalente a la de grupo; es decir, una alianza de investigadores alrededor de una temática o de un proyecto. Con el paso del tiempo, esta concepción está quedando atrás. Actualmente, los laboratorios están conformados por varios grupos:

Los grupos de investigación son los depositarios fundamentales del proceso de reproducción del conocimiento, debido a que ahí se concentran las historias particulares de los individuos participantes; pero también las relaciones que se establecen con otros grupos, concretando una retroalimentación que es la materia prima del grupo de trabajo. Es decir, los grupos son depositarios de la reproducción del conocimiento y de la organización del conocimiento, del saber y del poder (Trujillo, 2002: 244).

La estructura del grupo de investigación del IBT reproduce a escala el modelo jerárquico del Instituto y de la UNAM. “Los investigadores se sienten parte de una dinámica sostenida en una dimensión transversal, autorreferencial, horizontal, que contrasta con los atravesamientos institucionales verticales de la UNAM (el *alma mater*) a los que están sometidos” (Didou y Remedi, 2008: 156). De acuerdo con las observaciones, el lugar que ocupan los miembros en el laboratorio está relacionado con el grado académico; los que están más cerca del cubículo del líder son aquellos que tienen una mejor posición jerárquica. Por lo tanto, “el grupo de investigación se estructura y jerarquiza en relación con el líder [...]. Una jerarquía cuya cúspide ocupará el líder seguido por sus discípulos más leales y de mayor confianza, y termina en los más periféricos o indiferentes; es decir, se repite nuevamente la estructura piramidal característica de los grupos de trabajo” (Lomnitz, 2008: 175).

Terry Shinn (2000) plantea que el tipo de actividades científicas conduce a formas de organización específicas. Formalmente, dentro de cada grupo de trabajo se produce una división en funciones “pensantes” y “actuantes”, según las líneas jerárquicas. De ahí que el contenido del trabajo científico explique, al menos en parte, las formas sociales particulares que adopta la organización de la investigación científica. La estructura del grupo de investigación es piramidal y las actividades que se realizan en el laboratorio son asignadas por el líder académico, de acuerdo con el grado y la posición de los miembros del grupo de investigación (Hamui, 2010; Lomnitz, 2008; Shinn, 2007):

Generalmente, los alumnos *senior* que son los de doctorado tienen la memoria, las metodologías de muchas cosas[...]. Y en lugar de que yo le esté enseñando a cada alumno y les diga: “Mira, este equipo se prende de aquí”, la información va pasando del alumno más viejo, del de mayor jerarquía, al alumno de menor jerarquía o de recién ingreso [...]. Entonces, ese conocimiento acaba residiendo muchas veces en los alumnos y entre ellos se distinguen jerarquías (ECP, investigador titular del Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis, entrevista realizada en 2013).

Un grupo de investigación está conformado por: investigadores asociados, posdoctorantes, técnicos académicos, estudiantes de posgrado (maestría y doctorado), de licenciatura, de servicio social y personal administrativo. Cada miembro tiene responsabilidades de acuerdo con su posición, pero el reconocimiento del grupo de investigación no sería posible sin el vínculo y la colaboración entre el líder y los diferentes sujetos que participan en el laboratorio. La posibilidad de promover equipos exitosos está definida por el liderazgo intelectual y organizacional del líder académico, por sus relaciones profesionales y por la distribución que realiza del trabajo con el fin de asegurar que el clima laboral del laboratorio sea propicio a la producción de resultados (Didou y Remedi, 2008).

No obstante, la estructura del grupo de investigación se ha ido modificando. Los nuevos modos de producción del conocimiento en la sociedad globalizada han tenido impacto en los

cambios de estructura y organización del Instituto. Podemos hablar de un proceso o tránsito de células académicas conocidas como grupos de investigación hacia los denominados consorcios de investigación. Con la creación de estos últimos se fomentó la colaboración y el sentido de colegialidad en el trabajo en equipo. Se trata de una reorganización académica, donde no sólo hay un líder académico sino dos o tres, y cada uno tiene su respectivo grupo o equipo de trabajo.

En los consorcios de investigación, la organización jerárquica no es tan marcada (en las posiciones más altas), ya que promueve la idea de *horizontalidad* entre los grupos de investigación que lo conforman.<sup>14</sup> Aunque ésta sólo existe entre los líderes académicos que trabajan como consorcio en un mismo laboratorio, al tomar decisiones de manera colegiada en relación con el funcionamiento de sus respectivos grupos. Paralelamente, sigue existiendo una *verticalidad* en la estructura organizacional de los grupos de investigación.

Algunos laboratorios se distinguen del resto al estar conformados por varios grupos de investigación que trabajan en consorcio, teniendo como estructura a varios líderes académicos que, a su vez, cuentan con muchos investigadores asociados, posdoctorantes y doctorantes. Parece que de la organización de estos laboratorios deriva una estructura de conocimiento más sólida, debido a las contribuciones y aportes que han tenido en el campo de la biología molecular. De acuerdo con Vessuri (1995), este tipo de estructuras no es muy frecuente en América Latina, pero trabajar en este tipo de laboratorios incide positivamente en la forma de organización clásica de la pequeña ciencia, ya que refuerza y consolida el trabajo de varios grupos. “La investigación transdisciplinaria es una forma de hacer ciencia junto con otros que poseen *expertise* diverso, en todas sus formas necesarias. Una investigación de este tipo

<sup>14</sup> El modo de organización es una respuesta de los investigadores a su medio ambiente, en el cual encuentran modelos de organización que los inspiran. Asimismo, también los objetivos que persiguen y negocian entre ellos son respuestas al medio. Muestran que los equipos evolucionan hacia una mayor o menor autonomía y que pesan sobre las orientaciones del laboratorio (Zarama y Vinck, 2005).

implica un cambio profundo de enfoque acerca del papel de los investigadores” (Vessuri *et al.*, 2014: 22).

El consorcio promueve una estructura horizontal entre los grupos de investigación que lo conforman, pero también es considerado como una “solución temporal” ante la falta de espacio. Esta problemática se evidencia más frente a las condiciones institucionales que impiden la construcción de espacios físicos, donde investigadores jóvenes con trayectorias consolidadas podrían fungir como líderes de grupo. La falta de espacios y plazas de contratación ha producido una ambigüedad en la definición concreta de las figuras académicas.

En los laboratorios encontramos figuras académicas que no están instituidas y algunos nombramientos no corresponden con las responsabilidades y las actividades que les son asignadas; la falta de plazas hace que ingresen bajo un cargo que no es equivalente al papel que desempeñan en el laboratorio. Podemos decir que las figuras académicas y los roles también se están re-significando en estos espacios de trabajo. La figura de líder académico se *desdibuja* y el papel de los investigadores asociados cobra mayor fuerza; esto porque, con la creación de consorcios, las responsabilidades que antes tenía que asumir un solo líder ahora son atendidas por varios, incluso por investigadores asociados y posdoctorantes. Por otro lado, la figura de técnico académico es valorada de diversa forma en los distintos grupos. En algunos, este nombramiento puede ser asignado a estudiantes de doctorado e implica una función relevante, que les da la posibilidad de hacer carrera académica. En otros grupos, a los técnicos académicos se les dispensa un trato de “personal de confianza”, pero no les permiten desarrollar proyectos de investigación o realizar tareas más complejas, que son más valoradas en el campo científico:

La cuestión de las figuras académicas y nombramientos es otro problema [...]. El estatuto de la UNAM sólo plantea la figura de investigador asociado y titulares, pero aquí hemos encontrado: investigadores adjuntos, etcétera, cantidad de nombramientos que formalmente no existen. Total, cuando uno recibe su pago, no dice si eres líder o si eres adjunto. Simple-

mente dice: investigador titular A, B, C, o investigador asociado A, B, C [...]. ¿Sí te das cuenta? Igual y esto sólo es una válvula de escape o presión para que un investigador sea mejor, o bien tal vez se deba a una forma simbólica de reconocimiento, que también es válido (ECP, entrevista realizada en 2013).

Otro aspecto relevante a destacar del IBT son las redes de colaboración con grupos de investigación de distintas facultades e institutos de la UNAM, así como con otras instituciones con las que realizan investigación científica y comparten programas de posgrado para impulsar la movilidad estudiantil. Entre las principales se encuentran: Instituto Nacional de Salud Pública, Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN), el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, la Universidad Autónoma de Yucatán (UAY), la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, y la Universidad de Guanajuato (UG), entre otras. Este tipo de vinculación interinstitucional en pro de la investigación y generación de conocimiento incide en el nivel competitivo de los egresados y brinda un espacio común para la realización de servicio social y estancias de investigación.

Por otro lado, cabe destacar los vínculos con empresas y laboratorios de investigación que tienen la posibilidad de financiar los proyectos. La investigación de vanguardia en biotecnología resulta enormemente onerosa y el incremento en costos, aun en los países más avanzados, no ha sido suficientemente compensado por la financiación pública. Por ello, la colaboración con el sector privado ha sido obligada y, en consecuencia, creciente a lo largo de los últimos años. Este sector no sólo ha invertido cantidades progresivamente mayores de recursos, sino que lo ha hecho en niveles cada vez más básicos de la investigación en departamentos universitarios o en compañías creadas por (o junto con) los propios científicos (Castellón, 2006).

La construcción de redes entre empresas y centros de investigación generalmente se inicia a partir de proyectos de pequeña escala, relacionados con servicios puntuales que requieren las empresas para sus procesos de producción. Se gestan a través de procesos interactivos, de ida y vuelta, entre oferta y demanda de conocimientos (Casas, 2001). Actualmente hay muchos líderes académicos de diferentes departamentos que tienen proyectos en colaboración con empresas nacionales y extranjeras como Boehringer Ingelheim Vetmedica, Firmex, Probiomed, Bioclón, Shering y Silanes.

En México, las empresas no están preparadas para absorber desarrollos tecnológicos modernos que se hacen en los centros de investigación donde se cultiva ciencia de frontera: no tienen la infraestructura y/o no cuentan con el personal capacitado, además de que no siempre están interesadas en pagar y comercializar el conocimiento generado en los centros de investigación e institutos universitarios. Ante esta situación, algunos miembros del IBT han creado sus propias empresas (*spin off*). Hoy en día el Instituto cuenta con cinco empresas entre las que destaca Agro & Biotecnia, propiedad compartida con el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) de Culiacán, que ha logrado colocar en el mercado el producto Fungifree-AB (Galindo *et al.*, 2013). Dicha experiencia es interesante porque se refiere a científicos que tuvieron que convertirse en empresarios.

Cabe mencionar que a pesar del imaginario construido en torno a la relación subordinada con comunidades científicas de países desarrollados, en el IBT existen grupos con líneas de investigación atractivas e innovadoras, dirigidos por científicos con trayectorias académicas consolidadas, así como con redes académicas y de investigación previamente estructuradas en torno a su campo de conocimiento, por lo que han ido en aumento las colaboraciones con grupos del extranjero:<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Esto responde a una forma de cooperación caracterizada por la multilateralidad, que consiste en la participación de al menos tres países o instituciones distintas en un mismo proyecto científico. “Los impactos de la nueva multilateralidad impulsada por

Nosotros formamos el grupo conocido por dedicarse a los aspectos de la química y biología de péptidos [...]. Yo inicié de cero, fui el primero que empezó a hacer eso en México. Nadie trabajaba la bioquímica de venenos [...]. Ya somos el grupo más importante. Obviamente, el doctor Alagón continuó con esa línea y ahora se dedica a los aspectos más médicos. Pero en la parte de la ciencia básica relacionada con los venenos de alacranes continuamos siendo un grupo importante. Y ahora no solamente importante en México, sino también fuera de las fronteras del país [...]. Constantemente tengo gente que viene de otros países para ser parte del trabajo que realizamos aquí (ELP, líder académico del Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos, entrevista realizada en 2011).

Los investigadores del IBT están conscientes de que al establecer colaboraciones con otros grupos –sobre todo extranjeros– deben ser muy precavidos y cuidadosos con la participación y con las ganancias o beneficios que se obtengan de éstas. No obstante, se reconoce que en toda alianza existe una relación de poder (simétrica o asimétrica), dependiendo de los intereses y recursos que se movilizan en torno a la misma, así como de la posición que tienen los participantes en el campo científico (Casas, De Gortari y Santos, 2000). Entre las redes de colaboración con otros grupos de investigación de diversos países destacan: España, Estados Unidos, Brasil, Argentina, Colombia, Guatemala, Chile, Brasil, Costa Rica, Bélgica, Cuba, Venezuela, Reino Unido, Holanda, Francia, Italia, Portugal, Hungría, Estonia, Túnez, Japón, Suiza, Suecia, Alemania, Turquía, China y Tailandia.

Finalmente, también debe reconocerse el esfuerzo de los científicos del Instituto por establecer vínculos con la esfera política a través de la adscripción a élites científicas, como el Comité de Biotecnología de Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y el Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Por iniciativa del doctor Francisco Bolívar, varios de los miembros del IBT, en

---

las redes de cooperación internacional son muy amplios. Entre ellos, se puede destacar el fomento de la cultura de la cooperación entre los actores de los sistemas de innovación, incluyendo la revalorización de la cooperación horizontal sur-sur, la viabilización de objetivos en temas transnacionales, la internacionalización de los grupos de I+D, de las instituciones y de las empresas, y la contribución a la articulación de una comunidad científica y tecnológica globalizada” (Sebastián, 2000b: 106).

colaboración con los diputados, participaron en el proceso de elaboración de la Ley de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados.

Por lo tanto, los motivos de colaboración del Instituto con otros grupos de trabajo son diversos: intercambiar cuestiones cognitivas (teorías y/o metodologías), formar recursos humanos de alto nivel e intercambiar recursos materiales y económicos. En este sentido podemos hablar de una red productiva que se construye a partir de la relación de actores –instituciones y grupos de investigación– que trabajan, financian y facilitan el desarrollo de actividades de ciencia y tecnología sobre una temática e intereses compartidos (Orozco y Chavarro, 2006). Dichas redes de colaboración son posibles gracias a la compatibilidad de objetivos y actividades, y a la confianza entre los actores (Casas, De Gortari y Santos, 2000)

Actualmente, el Instituto es una comunidad científica consolidada, donde cada una de las actividades sustantivas que realizan sus miembros –docencia, investigación, vinculación y divulgación– deriva en una alta productividad y resultados favorables. En los laboratorios podemos encontrar diversidad de estilos, estructuras y formas de hacer investigación. Cada laboratorio es un mundo con reglas variables, pero todos tienen algo en común: la calidad de su trabajo. A pesar de los problemas que enfrenta, el IBT se ha convertido en un referente internacional en algunas áreas del campo de la biotecnología, debido a que produce ciencia de frontera que ha tenido impacto en la sociedad, al ofrecer conocimientos y productos con potencial de aplicación para solucionar problemas en México.

## CONCLUSIÓN

La biotecnología ha sido resultado de un proceso sociohistórico –en el que se desarrolla como conocimiento–, de la historia institucional y de las relaciones sociales que los sujetos han construido alrededor de ella. Es importante considerar no sólo las



transformaciones que la propia disciplina ha tenido históricamente y su situación actual, sino también la participación de los científicos como líderes académicos en la creación y consolidación de los grupos de investigación del Instituto.

Las adscripciones institucionales de origen tuvieron un papel trascendental, ya que imprimieron un sello particular a las tradiciones científicas del IBT que, posteriormente, dieron paso a la conformación de nuevas áreas de conocimiento en el campo de la biotecnología. Para sus miembros, haberse adscrito previamente a instituciones de excelencia implicó que las generaciones más jóvenes, herederas del mandato fundacional, tuvieran la responsabilidad y compromiso de responder a los estándares de calidad establecidos. De ahí que la figura del Instituto concrete las diferentes herencias culturales, las cuales se ven reflejadas en los distintos estilos de trabajo de los grupos de investigación de los laboratorios.

El imaginario institucional del IBT responde a altos estándares de productividad y calidad y, por ende, gira en torno al prestigio y reconocimiento de los grupos de investigación y de la institución. Es decir, tiene un propósito colectivo en favor de un proyecto imaginado en la eficacia y excelencia,<sup>16</sup> que autorregula las trayectorias individuales y a los grupos (Remedi, 2006b). En ese imaginario se sustenta la cultura institucional.

La base de la cultura científica está en la forma en que el investigador o los grupos científicos producen conocimiento, así como en sus diversos modos de difundirlo con la intención de aportar a la sociedad. En este sentido, cabe destacar la organización de los grupos y los nuevos modos de producción del IBT, ya que el trabajo colaborativo entre los grupos

<sup>16</sup> “Los nuevos modelos de *‘institution manager’* en constante búsqueda del éxito, generan ‘nuevos sujetos’ en la cartografía institucional, reconocidos como los *superman* y las *superwoman* de la investigación –los niveles de categorías más altos institucionales, los investigadores nacionales eméritos, etcétera–, modelos de trayectorias y *habitus* para nuevos *yuppies* institucionales, encarnados por algunos jóvenes investigadores que aprenden no sólo el oficio sino las mañas: los denominados *golden boys*, las nuevas promesas de continuidad, los príncipes académicos de las instituciones” (Remedi, 2006b: 79).

pertenecientes a la academia, la empresa y el gobierno<sup>17</sup> han contribuido al desarrollo de la investigación científica y a la obtención de reconocimiento a niveles nacional e internacional. El trabajo transdisciplinario corresponde a los nuevos modos de producción de conocimiento, los cuales implican romper las barreras de los laboratorios e institutos de investigación a través de estructuras flexibles que permiten superar esquemas endogámicos y operar bajo lógicas organizativas más diversas y complejas, involucrando diferentes actores (Pérez *et al.*, 2013). Debido a la complejidad del tipo de investigación que realizan, necesariamente el IBT requiere del esfuerzo concertado entre grupos de investigación y consorcios. Este tipo de organización deriva en una fuerte productividad y cooperación de sus miembros. Además, la creación de los consorcios implica un nuevo modo de producción de conocimiento, que fortalece la relación de la universidad con el sector empresarial y marca nuevas pautas de interacción entre los sujetos y otras formas de hacer ciencia.

El Instituto posee una cultura institucional con características que permiten la presencia de investigadores prestigiados, así como la gestación y consolidación de grupos científicos de referencia en el campo de la biotecnología. Entre ellas se encuentran las siguientes: 1) cuenta con estructuras colectivas en los organismos de decisión (mediante el Consejo Interno); 2) tiene estructuras verticales en los grupos de trabajo y promueve la horizontalidad en los consorcios de investigación; 3) impulsa un trabajo académico colegiado, con una fuerte cohesión grupal al interior; 4) desarrolla un trabajo inter y transdisciplinario en áreas emergentes de la biotecnología que representan nuevos horizontes académicos y posibilidades de contribuir a la solución de problemas nacionales; 5) establece relación con los sectores –industrial, paraestatal y

<sup>17</sup> La fabricación de conocimiento es posible a través de las “relaciones de recursos” culturales, lingüísticos, técnicos y económicos, que surgen de la fusión de intereses que pueden ser negociados en la medida en que los trabajos de los participantes dependan de esas relaciones (Knorr Cetina, 2005).

académico— para fortalecer su investigación, dar continuidad a sus líneas de investigación y obtener otros beneficios, tales como: conseguir financiamiento, asegurar fondos para estudiantes graduados y sustentar sus trayectorias académicas y el prestigio dentro del campo científico, entre otros; 6) impulsa la creación de empresas en la universidad y capacita al líder académico para que sea científico y empresario; 7) cuenta con diversas fuentes de financiamiento (de la UNAM y donativos externos); 8) forma parte de una amplia red de colaboración nacional e internacional; y 9) mantiene y fortalece la relación con la esfera política.

Sin embargo, como cualquier otra comunidad científica, los investigadores enfrentan diversas dificultades que obstaculizan en cierta medida el desarrollo de su trabajo. Los problemas de falta de espacio y la ambigüedad en la definición concreta de las figuras académicas han generado algunos conflictos entre sus miembros. Cabe mencionar que la participación de los líderes académicos es relevante; es posible observar cómo sus trayectorias de éxito se entrecruzan para consolidar los grupos de investigación que conforman la comunidad científica del IBT y así obtener el reconocimiento de los pares tanto a nivel nacional como internacional.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARELLANO, Antonio (2003). “La sociología de las ciencias y de las técnicas de Bruno Latour y Michel Callon”. *Cuadernos Digitales: Publicación Electrónica en Historia, Archivística y Estudios Sociales* 8 (23) (noviembre). Disponible en: <<http://historia.fcs.ucr.ac.cr/cuadernos/c-23his.htm>> [Consulta: agosto de 2013].
- BERGER, Peter y Thomas, Luckmann (1999). *La construcción social de la realidad*. Buenos Aires: Amorrotu.
- BERTAUX, Daniel (2005). *Los relatos de vida. Perspectiva etnociológica*. Barcelona: Ediciones Bellaterra.

- BOLÍVAR, Francisco (2007). "Palabras de Francisco Bolívar Zapata en la ceremonia de los xxv años del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México". Ciudad de México: 7 de febrero.
- BOLÍVAR, Francisco (2008). "Creación y consolidación del Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología y su transformación en el Instituto de Biotecnología de la UNAM". En *Una ventana al quehacer científico. Instituto de Biotecnología de la UNAM: 25 aniversario*, compilado por Agustín López Munguía y Francisco Rebolledo, 13-20. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- CAMPOS, Miguel Ángel (1991). "Problemática sociocultural de la ciencia". *Sociológica* 6 (16): 11-22.
- CASAS, Rosalba (coordinadora) (2001). *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*. Ciudad de México-Barcelona: Anthropos- Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México.
- CASAS, Rosalba, Rebeca de Gortari y Ma. Josefa Santos (2000). "The Building of Knowledge Spaces in Mexico. A Regional Approach to Networking". *Research Policy* 29 (2) (febrero): 225-241.
- CASTELLÓN, Enrique (2006). "La cultura científica y la transición de la ciencia al mercado". *Ars Medica, Revista de Humanidades* 5 (1) (junio): 45-57.
- CIIGB (CENTRO DE INVESTIGACIÓN SOBRE INGENIERÍA GENÉTICA Y BIOTECNOLOGÍA) (1984). *Informe 1984*. Ciudad de México: Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- CLARK, Burton (1991). *El sistema de educación superior: Una visión comparativa de la organización académica*. Ciudad de México: Nueva Imagen-Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco.
- CUETO, Marcos (1989). *Excelencia científica en la periferia. Actividades científicas y actividad biomédica en Perú*. Lima: Grade-Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica.

- DIDOU, Sylvie y Eduardo Remedi (2008). *De la pasión a la profesión: experiencias de grupos científicos exitosos en México*. Ciudad de México: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura-Juan Pablos-Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- FERNÁNDEZ Esquinas, Manuel (2002). *La formación de investigadores científicos en España*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- FERNÁNDEZ, Lidia (1998). "Crisis y dramática del cambio. Avances de investigación sobre proyectos de innovación educativa". En *Pensando las instituciones. Sobre teorías y prácticas en educación*, compilado por Ida Butelman, 200-238. Buenos Aires: Paidós.
- FERNÁNDEZ, Lidia (2005). *Instituciones Educativas. Dinámicas institucionales en situaciones críticas*. Buenos Aires: Paidós.
- FORTES, Jacqueline y Larissa Lomnitz (1991). *La formación del científico en México*. Ciudad de México: Siglo XXI Editores.
- GALINDO, Enrique, Leobardo Serrano-Carreón, Carlos Roberto Gutiérrez, Raúl Allende, Karina Balderas, Martín Patiño, Mario Trejo, Miguel Ángel Wong, Emma Rayo, Darío Isauro y Carlos Jurado (2013). "The Challenges of Introducing a New Biofungicide to the Market: A Case Study". *Electronic Journal of Biotechnology* 16 (3) (mayo): 1-23.
- GEERTZ, Clifford (1992). *La interpretación de las culturas*. Barcelona: Gedisa.
- GUZIK Glantz, Ruth (2009). "Relaciones de un científico mexicano con el extranjero. El caso de Arturo Rosenblueth". *Revista Mexicana de Investigación Educativa* 14 (40): 43-67.
- HAMUI Sutton, Mery (2010). "Estructura de organización en la trayectoria de dos grupos de investigación científica de Ciencias Básicas de la Salud en la generación de conocimiento". *Revista Mexicana de Investigación Educativa* 15 (46) (julio-septiembre): 713-738.

- IBT (INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA) (1993). *Informe de Actividades 1991-1993*. Ciudad de México: Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- IBT (INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA) (1994). *Informe de actividades 1994*. Ciudad de México: Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- IBT (INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA) (1998). *Informe de actividades 1998*. Ciudad de México: Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- IBT (INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA) (2009a). *Informe de actividades 2009*. Ciudad de México: Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- IBT (INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA) (2009b). “*Lineamientos para la reorganización académica del Instituto de Biotecnología*”. Disponible en: <[http://www.ibt.unam.mx/server/PRG.base?alterno:0,clase:infoa,edi:d,tit:Lineamientos\\_para\\_la\\_reorganizaci%F3n\\_acad%E9mica\\_del\\_IBt2009,tipo:doc,dir:aci.6\\_febrero\\_2009.html,pre:infoa](http://www.ibt.unam.mx/server/PRG.base?alterno:0,clase:infoa,edi:d,tit:Lineamientos_para_la_reorganizaci%F3n_acad%E9mica_del_IBt2009,tipo:doc,dir:aci.6_febrero_2009.html,pre:infoa)>. [Consulta: septiembre de 2013].
- IBT (INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA) (2011). *Informe de actividades 2011*. Ciudad de México: Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- IBT (INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA) (2012). *Informe de actividades 2012*. Ciudad de México: Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- KNORR Cetina, Karin (1996). “¿Comunidades científicas o arenas trans-epistémicas de investigación? Una crítica de los modelos cuasi económicos de la ciencia”. *Redes* III (7) (septiembre): 129-160.
- KNORR Cetina, Karin (2003). *Epistemic Cultures*. Cambridge: Harvard University Press.
- KNORR Cetina, Karin (2005). *La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.

- KREIMER, PABLO (1995). "Reseña de '*Handbook of Science and Technology Studies*' de S. Jasanoff, G. Markle, J. Petersen, y T. Pinch (comps.)." *Redes* 2 (4): 181-187.
- KREIMER, Pablo (2004). "El conocimiento, según el país que investiga: ¿y si el ADN lo hubieran propuesto los chinos?" *Diario Clarín*. Buenos Aires: 18 de octubre.
- KREIMER, Pablo (2010). *Ciencia y periferia. Nacimiento, muerte y resurrección de la biología molecular en la Argentina*. Buenos Aires: Eudeba.
- LANDESMANN, Monique (2001). "Trayectorias académicas generacionales: constitución y diversificación del oficio académico. El caso de los bioquímicos de la Facultad de Medicina". *Revista Mexicana de Investigación Educativa* 6 (11). Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14001104>> [Consulta: agosto de 2013]
- LATOUR, Bruno y Steve Woolgar (1995). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza Editorial.
- LOMNITZ, Larissa (2008). *Lo formal y lo informal en las sociedades contemporáneas*. Santiago de Chile: Centro de Investigaciones Diego Barros Arana.
- OROZCO, Luis y Diego Chavarro (2006). *De historia y sociología de la ciencia a indicadores y redes sociales. Análisis de la biotecnología para el estudio de comunidades científicas en el marco de los programas nacionales de ciencia y tecnología*. Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- PÉREZ, R., et al. (2013). "La vertiente colectiva en los modos de producción de conocimiento de los académicos en México". *Revista Comunicações*. 1 (enero-junio), 69-78. Piracicaba.
- QUINTERO, Rodolfo (2007). "Situación de la biotecnología y genómica en México: investigación, formación de recursos humanos e industria". En *Educación, ciencia, tecnología y competitividad*, coordinado por José Luis Calva, 214-230. Ciudad de México: Porrúa.

- REMEDI, Eduardo (2000). "La institución de la Universidad y la construcción de identidades". Conferencia dictada en el marco del seminario "Situaciones y dispositivos institucionales de la formación", coordinado por Lidia Fernández. Argentina: Universidad Nacional del Nordeste, agosto de 2000.
- REMEDI, Eduardo (2005). "Trayectorias docentes: intersticios entre sujetos, grupos e instituciones". Conferencia magistral presentada en el VII Congreso Nacional de Investigación Educativa, Consejo Mexicano de Investigación Educativa, Hermosillo, Sonora, 30 de octubre-2 de noviembre, CD 33-63.
- REMEDI, Eduardo (2006a). "Sujetos, culturas, procesos en instituciones universitarias". En *Memorias del IV Congreso Internacional de Análisis Organizacional. Las organizaciones en México: poder, tiempo y contradicción*, CD 125-152. Ciudad de México: Universidad Veracruzana-Universidad Autónoma Metropolitana.
- REMEDI, Eduardo (2006b). "Calidad y sufrimiento, en la búsqueda desbocada de la excelencia". En *Instituciones educativas. Instituyendo disciplinas e identidades*, coordinado por Monique Landesman, 61-90. Ciudad de México: Casa Juan Pablos.
- REMEDI, Eduardo, Sylvie Didou Aupetit, Cecilia Oviedo Mendiola y Rosalba Ramírez (2010). "Prácticas que desarrollan laboratorios exitosos en torno a la formación de jóvenes investigadores y a la producción de conocimiento científico. El caso del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav". En *Organizar y dirigir en la complejidad: instituciones educativas en evolución*, coordinado por María Asunción Manzanares, 15-17. Cuenca: Wolters Kluwer España-Congreso Interuniversitario de Organización de Instituciones Educativas.
- SAÑUDO, L. Perales, R. y M., Fernández (2008). *De la incorporación a la inclusión. Un estudio de la cultura educativa*. Fondos Sectoriales SEB / SEP / Conacyt. México.



- SCHVARSTEIN, Leonardo y Jorge Etkin (1992). *Identidad de las organizaciones. Invariancia y cambio*. Buenos Aires: Paidós.
- SCHWARTZMAN, Simon (2008). *Universidades e Desenvolvimento na América Latina: experiências exitosas de los centros de pesquisas*. Río de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais.
- SEBASTIÁN, Jesús (2000a). “Modalidades y tendencias en la cooperación internacional entre universidades”. *Revista Española de Desarrollo y Cooperación* 5 (otoño-invierno): 125-144.
- SEBASTIÁN, Jesús (2000b). “Las Redes de Cooperación como modelo organizativo y funcional para la I+D”, *Redes* (agosto): 97-111.
- SHINN, Terry (2000). “Formes de division du travail scientifique et convergences cognitives. La recherche technico instrumentale. Contre la ‘nouvelle orthodoxie’ en sociologie des sciences”. *Revue française de sociologie* 41 (3): 447-473.
- SHINN, Terry (2007). “Jerarquías de investigadores y formas de investigación”. *Redes* 12 (25) (julio): 119-163.
- THILL, Georges (1973). *La fete scientifique: d'une praxeologie scientifique a une analyse de la decision chretienne*. París: Aubier-Montaigne.
- TRUJILLO, Víctor D. (2002). “El proceso de institucionalización de la investigación científica y tecnológica”. Tesis de doctorado, Posgrado en Estudios Organizacionales. México D. F.: Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Iztapalapa.
- UNAM (UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO) (2007). *La ciencia en la UNAM a través del Subsistema de la Investigación Científica 2007*. Ciudad de México: Coordinación de la Investigación Científica, Universidad Nacional Autónoma de México.
- VESSURI, Hebe (1995). “La academia va al mercado. Un enfoque sociológico de las relaciones de los investigadores académicos con el mundo productivo”. En *La academia va al mercado. Relaciones de científicos académicos con clientes externos*, compilado por Hebe Vessuri, 17-38. Caracas: Fondo Editorial Finanzas y Tecnología. (Fintec).

- VESSURI, Hebe, Isabelle Sánchez-Rose, Ismael Hernández-Vallencia, Lionel Hernández, Lelys Bravo e Iokiñe Rodríguez (2014). “Desigualdades de conocimiento y estrategias para reducir las asimetrías. El trabajo de campo compartido y la negociación transdisciplinaria”. En *desiguALdades.net Research Network on Interdependent Inequalities in Latin America*. Working Paper Series 62. Disponible en: <[http://www.iai.spk-berlin.de/fileadmin/dokumentenbibliothek/desigualdades/workingpapers/62\\_WP\\_Vessuri\\_et\\_al\\_Online.pdf](http://www.iai.spk-berlin.de/fileadmin/dokumentenbibliothek/desigualdades/workingpapers/62_WP_Vessuri_et_al_Online.pdf)> [Consulta: febrero de 2015]
- VINCK, Dominique (1992). *Du laboratoire aux réseaux. Le travail scientifique en mutation*. Luxemburgo: Office des Publications Officielles des Communautés Européennes.
- VINIEGRA González, Gustavo (2009). “Reseña de la biotecnología mexicana”. En *EMC=Cosmos. La enciclopedia de las ciencias y la tecnología en México*. Disponible en: <<http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/BIOTECNOLOGIA.html>> [Consulta: agosto de 2013].
- ZARAMA, Gloria y Dominique Vinck (2005). *Fusión interna e integración de laboratorios: ¿qué es un colectivo de investigación?* Bogotá: Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología.